



BAHIANA
ESCOLA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

KAMILA AGUIAR FIGUEIREDO ALVES

**ADAPTAÇÃO E AJUSTE PROXIMAL DE PRÓTESES UNITÁRIAS SOBRE
IMPLANTE CONFECCIONADAS A PARTIR DE UM SISTEMA CAD/CAM**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Salvador – Ba

2015

|

KAMILA AGUIAR FIGUEIREDO ALVES

**ADAPTAÇÃO E AJUSTE PROXIMAL DE PRÓTESES UNITÁRIAS SOBRE
IMPLANTE CONFECCIONADAS A PARTIR DE UM SISTEMA CAD/CAM**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMSP, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Odontologia Clínica.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Araújo de Nóbrega Cavalcanti

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos

Salvador – Ba

2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: ALVES, Kamila Aguiar Figueiredo

Título: ADAPTAÇÃO E AJUSTE PROXIMAL DE PRÓTESES UNITÁRIAS SOBRE IMPLANTE CONFECCIONADAS A PARTIR DE UM SISTEMA CAD/CAM

Dissertação apresentada à Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Aprovado em: 19/06/2015.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Luciano de Castellucci Barbosa

Doutor em Odontologia (Reabilitação Oral) pela Universidade de São Paulo - USP

Chefe do Departamento de Clínica Odontológica da Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Adjunto da Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof^a. Dra. Viviane Maia Barreto de Oliveira

Doutora em Clínica Odontológica pela FOP-UNICAMP.

Prof^a. Adjunta da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública - EBMSP.

Prof^a. Adjunta da Universidade Federal da Bahia - UFBA.

Prof. Dr. Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos

Doutor em Reabilitação Oral pela FOB – USP.

Prof. Adjunto da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública - EBMSP.

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

EBMSP - Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública

ICS - Instituto de Ciências da Saúde

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Andrea Araújo de Nóbrega Cavalcanti, por sua competência, serenidade, objetividade e, principalmente, pela confiança em mim depositada durante o desenvolvimento desta dissertação.

Ao meu co-orientador, Professor Doutor Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos, pelo carisma, pelos ensinamentos didáticos e profissionais.

À minha amiga Agda Rios Oliva, pela amizade e companheirismo. Você foi essencial neste momento da minha vida. Muito obrigada!

Ao Professor Doutor Eduardo Oliva, especialmente por sua espontaneidade, mas também por sua inteligência e pontualidade em aplicar palavras certas nos momentos certos.

À Professora Doutora Viviane Maia, por todo carinho e por fazer parte dessa conquista desde quando ainda era um projeto.

Ao amigo Fábio Bezerra, pelo material fornecido e por toda a infra-estrutura disponibilizada na Sirona.

Ao Professor Max Lima e ao Instituto de Ciências da Saúde – UFBA pelo apoio.

Ao Professor Mestre Marcio Giampá, por toda a atenção, incentivo e amizade.

Aos os meus colegas do mestrado Clariana, Cristiano, Ordener e Agda, cada um a seu modo, por terem me ensinado a ver o curso e a vida de uma maneira diferente.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, não só pelo sucesso na arte da docência, mas, principalmente, pela cordialidade e empenho em priorizar o ensino do raciocinar, do resgatar informação, do analisar, do criticar e do decidir.

Acima de tudo agradeço a minha família, pelo incondicional incentivo a esta sonhada e exaustiva jornada, pela tolerância com as minhas aflições e minhas ausências.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	07
MANUSCRITO I	08
RESUMO	09
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Impressão convencional para próteses sobre implante	12
2.2. Novas tecnologias para impressão da posição dos implantes	13
2.2.1. <i>CAD/CAM</i>	13
2.2.2. <i>Scanner</i> oral.....	14
2.2.3. Perspectivas atuais e futuras.....	16
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	19
MANUSCRITO II	21
RESUMO	22
ABSTRACT	23
1. INTRODUÇÃO	24
2. METODOLOGIA	25
2.1. Delineamento do estudo.....	25
2.2. Confeção do modelo mestre.....	26
2.3. Obtenção dos pilares em zircônia.....	27
2.4. Obtenção das coroas.....	29
2.5. Avaliação do ponto de contato.....	29
2.6. Confeção das réplicas da desadaptação marginal e alívio interno.....	30
2.7. Obtenção de medidas da desadaptação marginal e alívio interno.....	32
2.8. Análise Estatística.....	33
3. RESULTADOS	34
3.1. Alívio dos espaços internos e marginais.....	34
3.2. Análise do ponto de contato.....	35
4. DISCUSSÃO	36
5. CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42

INTRODUÇÃO GERAL

O que motivou a realização desse trabalho foi compreender o impacto que novas tecnologias podem exercer na modificação dos protocolos convencionais das próteses sobre implantes bem documentados na literatura e o quanto precisas as mesmas devem ser ao ponto de um dia tornarem-se o tratamento de escolha tanto para os profissionais da saúde quanto para os pacientes.

Os diferentes tipos de sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*) estão entre as principais evoluções tecnológicas na área da obtenção de modelos e confecção de próteses. Porém, para que dentistas e pacientes possam se beneficiar com essa tecnologia, são necessários amplos estudos que comprovem a sua indicação. Evidências científicas devem assegurar que as restaurações produzidas apresentem níveis de precisão necessários a garantir qualidade, durabilidade e funcionalidade exigidas pelos padrões de excelência na prática do cirurgião dentista.

Dentre importantes avanços na implantodontia podem ser destacados os sistemas CAD/CAM com *scanners* intraorais em conjunto com pilares de cicatrização digitalmente codificados, que permitem a transferência da posição do implante sem a necessidade da impressão convencional. Com essa proposta, uma base em titânio (TiBase; Sirona, Alemanha) associada a um corpo de escaneamento codificado (*Scam Body*; Sirona, Alemanha) foi criada com o intuito de promover uma perfeita conexão entre implante e o pilar. Contudo, ainda se faz necessário que estudos comprovem a qualidade final das restaurações confeccionadas a partir deste equipamento.

O presente trabalho consiste em dois manuscritos; o primeiro, uma revisão de literatura, que teve como objetivo descrever o estado atual das tecnologias para impressão e confecção de próteses sobre implante levando em consideração sua relevância, aplicação e indicação; já o segundo, um estudo experimental, que propôs avaliar a precisão de um sistema CAD/CAM (Cerec Omnicam; Sirona, Alemanha) por meio da mensuração dos valores de desadaptação marginal, alívio interno e avaliação dos contatos proximais de próteses cerâmicas unitárias sobre implante.

MANUSCRITO I**TECNOLOGIAS PARA IMPRESSÃO E CONFEÇÃO DE PRÓTESES SOBRE
IMPLANTE**

RESUMO

A reabilitação com implantes tem sido considerada como primeira escolha para a substituição de dentes perdidos na Odontologia. Aliado a isso, materiais e tecnologias associados à devolução da estética, função, qualidade e longevidade para as restaurações protéticas estão em constante desenvolvimento. O objetivo desse trabalho foi descrever o estado atual das tecnologias para impressão e confecção de próteses sobre implante levando em consideração a relevância, aplicação e indicação destas. De acordo com a literatura revisada, verifica-se que os diversos sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*) vem sendo crescentemente utilizados na implantodontia com propósito de automatizar um processo originalmente manual, visando reduzir o tempo de confecção das próteses e aumentar a confiabilidade nesse processo. Estudos demonstram que o desenvolvimento do sistema CAD/CAM resultou em melhora na reprodutibilidade, resistência mecânica e estética final das próteses implanto suportadas, aliadas à melhor aceitação pelo paciente. Por outro lado, ainda há limitações a serem superadas, como o alto custo, problemas com distorção dos modelos digitais e menor precisão em relação à impressão convencional em algumas situações clínicas.

Palavras Chave: Projeto Auxiliado por Computador, Prótese Dentária Fixada por Implante, Estética Dentária.

***TECHNOLOGIES FOR IMPRESSION AND MANUFACTURING
PROSTHESIS ON IMPLANTS***

ABSTRACT

Rehabilitation with implants has been considered as the first choice for replacing missing teeth in Dentistry. Allied to this, materials and technologies associated with the return of aesthetics, function, quality and longevity for prosthetic restorations are constantly developing. The aim of this study was to describe the current state of technologies for printing and manufacturing implants over dentures taking into account the relevance, application and display. According to the reviewed literature, it appears that the various CAD / CAM systems (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) have been increasingly used in implantology for the purpose of automating an originally manual process, aiming to reduce the duration of prostheses manufacturing process and increase its reliability. Studies show that the development of CAD / CAM system resulted in improved reproducibility, mechanical strength and aesthetics results of implant supported dentures, combined with better patient compliance. On the other hand, there are still limitations to be overcome such as high cost, problems with distortion and lower precision compared to conventional printing in some clinical situations.

Keywords: Computer-Aided Design, Dental Prosthesis, Implant-Supported.

1. INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento com próteses implantossuportadas está diretamente relacionado à precisão dos registros intraorais da posição dos implantes. Erros nesse processo podem causar imprecisões dimensionais, que, por sua vez, levam à falha no tratamento¹⁻³.

A técnica convencional para impressão da posição dos implantes apresenta algumas dificuldades relacionadas ao número, angulação e profundidade dos mesmos, tempo de presa dos materiais de moldagem e desconforto para o paciente. Levando em consideração estas limitações, tecnologias têm sido desenvolvidas e estudadas com a finalidade de se obter métodos de impressão mais precisos, rápidos e práticos. Ferramentas do sistema CAD/CAM (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*) foram adaptadas à implantodontia, tanto para o desenvolvimento de impressões intraorais da posição dos implantes, quanto para a confecção das próteses propriamente ditas^{4,5}.

As impressões digitais intraorais para próteses convencionais e suportadas por implantes apresentam diversos benefícios como aceitação pelo paciente, ausência de distorção dos materiais de moldagem, pré-visualização tridimensional do espaço protético, configuração virtual da restauração e perfil de emergência e menor tempo de execução da técnica².

Se por um lado essas novas técnicas podem garantir maior velocidade e precisão para a realização do trabalho do cirurgião dentista, bem como conforto ao paciente, por outro lado é preciso que estudos avancem na busca de segurança na qualidade das restaurações obtidas a partir de impressões digitais intra e extraorais e na aplicabilidade dessas técnicas⁶. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é, através de uma revisão de literatura, descrever o estado atual das tecnologias para impressão e confecção de próteses sobre implante levando em consideração sua relevância, aplicação e indicação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. 1. Impressão convencional para próteses sobre implante

Convencionalmente, uma técnica de impressão ideal deve levar o menor tempo, ser de fácil realização, ter baixo custo, ser confortável para o paciente e apresentar os melhores resultados. Apesar do desenvolvimento de diversas tecnologias para prática odontológica, a literatura ainda aponta a impressão convencional intraoral com material elastomérico e moldeiras individuais, como padrão ouro para produção do modelo de trabalho.⁶ Entretanto, as técnicas convencionais de impressão para implante são consideradas complexas, pois requerem o uso de uma variedade de componentes específicos⁷.

Evidências científicas e observações clínicas têm demonstrado que os materiais de moldagem disponíveis atualmente oferecem excelente reprodução dimensional⁷. Até agora os materiais elastoméricos convencionais, como as siliconas de adição, tem sido usados para fazer a impressão dos implantes dentários e estruturas adjacentes, gerando moldes altamente precisos^{4, 5}. Por outro lado, alguns fatores influenciam a precisão das impressões de implantes como, de técnica selecionada, o tipo de material e número, angulação e profundidade dos implantes^{8, 9}.

Para procedimentos de impressão na implantodontia, duas técnicas são rotineiramente indicadas: a técnica direta, ou com moldeira aberta, e a indireta, ou com moldeira fechada. Para a realização destes procedimentos faz-se necessário o uso de componentes denominados transferentes que se acoplam ao hexágono dos implantes ou aos diferentes tipos de pilares, cuja fixação é feita por parafusos passantes, integrados, ou por justaposição^{9, 10, 11}.

Na técnica da moldeira aberta, os transferentes são conectados ao pilar ou diretamente ao implante através dos parafusos passantes, que após a presa do material elastomérico necessitam ser desparafusados para a remoção do molde. Já na técnica da moldeira fechada, os transferentes permanecem em boca, sendo removidos após a realização da impressão e reposicionados em seus respectivos lugares no molde obtido. É de extrema importância que os mesmos sejam colocados em sua correta posição^{10, 11}.

A utilização da técnica de moldeira aberta tende a apresentar maior precisão dimensional em relação à técnica da moldeira fechada, porém, essa última é muito indicada em casos em que a abertura de boca é uma limitação⁸.

Em estudo que comparou essas técnicas de impressão para múltiplos implantes, os autores mostraram que com o uso de moldeira aberta e transferentes unidos uns aos outros com resina acrílica, utilizando material elastomérico, é possível copiar precisamente a relação

entre os implantes, considerando este tipo de técnica rígida e sem distorções¹². Já Phillips *et al.*¹³, que testaram as mesmas técnicas concluíram que as distorções associadas aos transferentes quadrados utilizados na técnica da moldeira aberta foram significativamente menores do que as da moldeira fechada com transferentes cônicos. Além disso, ressaltaram que a união dos transferentes quadrados com resina acrílica teve resultados médios entre as outras duas. A controvérsia entre os achados nestes estudos ratifica a dificuldade na obtenção de resultados previsíveis e reproduzíveis com a técnica de impressão convencional, sendo a mesma extremamente susceptível a variações relacionadas ao operador e material.

Uma transferência imprecisa tem como consequência desajuste da peça protética, o que pode levar a complicações mecânicas, tais como o afrouxamento do parafuso, fratura da prótese e/ou dos componentes do implante⁷.

2. 2. Novas tecnologias para impressão da posição dos implantes

2. 2. 1. CAD/CAM

O termo CAD/CAM designa o desenho de uma estrutura protética em computador (*Computer Aided Design*) seguido da sua confecção por máquina de fresagem (*Computer Aided Manufacturing*), e essa tecnologia foi introduzida na Odontologia entre os anos de 1970 e 1980. O objetivo de seu desenvolvimento foi automatizar um processo manual, visando-se reduzir o tempo de confecção das próteses, aumentar a precisão, melhorar a reprodutibilidade, a resistência mecânica e a estética final¹⁴.

Desde a introdução da tecnologia CAD/CAM os avanços foram contínuos e a sua indicação tem sido amplamente expandida. Em geral, esses sistemas são compostos por um componente de captura de dados (*scanner* para efetuar a leitura do modelo), um componente de *design* (*software* específico para desenho - CAD), e um componente de produção (máquina de usinagem para a confecção da prótese ou infraestrutura conforme desenhado pelo *software* - CAM)^{8, 15, 16}.

O primeiro componente é o pré-requisito básico para que os outros processos possam ocorrer. Com ele, os dados tridimensionais do pilares e regiões anatômicas, são coletados por meio de várias tecnologias, tais como, digitalização a laser ou câmeras ópticas. Até recentemente, os *scanners* de laboratório foram predominantemente utilizados para este processo de digitalização. Parte-se da impressão convencional para a obtenção de um modelo em gesso, seguida da digitalização utilizando o equipamento de varredura de laboratório.

Existem muitos sistemas que utilizam esta tecnologia, como por exemplo CEREC 3D, Procera, Everest, DigiDent, Lava, Evolution 4D, Cercon, Neoshape, Etkon, e o Pro 50^{8, 14, 16}.

Para que a implantodontia pudesse usufruir dos avanços proporcionados por essa tecnologia, pilares de implantes codificados foram criados a partir de 1998. O modelo de gesso com pilares codificados ligados aos análogos dos implantes é digitalizado para criar um modelo digital em três dimensões (3D), que permite a fabricação das próteses^{1, 17}. A Sirona (Bensheim, Alemanha) foi uma das primeiras empresas a desenvolver esses corpos de digitalização para que as informações sobre o implante (tipo, localização, angulação e profundidade) sejam reproduzidas no processo de escaneamento. Este corpo de digitalização foi originalmente destinado para uso laboratorial, e hoje encontra-se disponível também para o escaneamento intraoral¹¹.

2. 2. 2. *Scanner* oral

O mais recente desenvolvimento em CAD/CAM é a impressão digital intraoral, que gera um modelo virtual tridimensional (3D)⁶. Assim, o processo de digitalização tornou-se mais fácil já que a impressão assistida por computador permite que o dentista adquira os dados diretamente dos pilares preparados, sem a necessidade de fazer a impressão convencional, obter o modelo, e, finalmente, digitalizá-lo utilizando o *scanner* de laboratório⁸.

Uma questão fundamental, além do manejo clínico dos dispositivos para a impressão digital intraoral, é a facilidade das etapas seguintes no fluxo de trabalho digital. Isto porque o tempo necessário para a digitalização, bem como o processo de fabricação é reduzido, e os potenciais erros que poderiam ocorrer, como a distorção dos materiais de impressão e do modelo mestre em gesso, foram eliminados⁸.

O sistema CEREC (AC-Bluecam-Sirona, Alemanha) foi um dos primeiros dispositivos para impressão digital intraoral. Este sistema é baseado no conceito de "triangulação de luz" em que o cruzamento de três feixes de luz linear é usado para localizar um determinado ponto tridimensional. Um revestimento em pó opaco (dióxido de zircônia) é usado para permitir uma dispersão uniforme da luz e aumentar a precisão do *scanner*^{5, 16}. Em 2012, foi lançado no mercado a Ominicam, o mais recente desenvolvimento em CAD/CAM da Sirona, que promove a captura de imagens a partir de filmagem em 3D com cor natural e elimina a necessidade de aplicação de pó para escaneamento.

Há também a disponibilidade de impressão baseada em imagem confocal paralela (iTero; Cadent), que utiliza laser e digitalização óptica para capturar as superfícies e os contornos dos dentes e estruturas gengivais. Outro sistema de impressão digital intraoral

usado atualmente foi desenvolvido em torno de uma tecnologia de aquisição de imagem a laser (E4D; D4D Technologies), que também é capaz de digitalizar modelos fazendo impressão de varredura convencional. Um sistema digital de impressão baseado no princípio da amostragem ativa de frente de onda (óptico) foi introduzido recentemente (Lava™ Chairside; 3M ESPE)^{5,16}.

Até o momento, dois sistemas de impressão digital, o E4D e o CEREC, são combinados com uma máquina de fresagem em consultório, ressaltando-se que o CEREC também pode enviar as informações para centrais de fresagem. Os outros dispositivos de impressão digital disponíveis apenas podem enviar dados para centros de usinagem¹⁶.

Outra grande diferença é ser um sistema aberto (com possibilidade de trabalhado com muitos sistemas CAD/CAM); um sistema fechado, com plataforma específica; ou "seletivamente aberto" para sistemas CAD/CAM escolhidos pelo fabricante^{5, 16}. O quadro 1 traz um resumo das principais características dos atuais sistemas de impressão digital.

QUADRO 1: Principais características dos sistemas de impressão digital disponíveis atualmente						
SCANNER	FABRICANTE	PRINCIPIO DE TRABALHO	FONTE DE LUZ	TIPO DE IMAGEM	REVESTIMENTO EM PÓ	FRESAGEM EM CONSULTÓRIO
Cerec AC-Bluecam	Sirona Dental System	Triangulação de Luz	Luz azul	Múltiplas imagens	Sim	Sim
Cerec Omnicam	Sirona Dental System	Amostragem Ativa de Frente de Onda	Luz azul	Vídeo	Não	Sim
iTero	Cadent Inc	Imagem Confocal Paralela	Lazer vermelho	Múltiplas imagens	Não	Não
E4D	D4D Technologies	Aquisição de imagem a Laser	Laser	Múltiplas imagens	Ocasionalmente	Sim
Lava™ C.O.S.	EM ESPE	Amostragem Ativa de Frente de Onda	Luz Azul Pulsante	Vídeo	Sim	Não

Em um estudo foi comparada a exatidão de três *scanners* intraorais, o CEREC AC (Sirona), o iTero (Cadente) e o Lava COS (3M ESPE), através da impressão de um modelo mestre em gesso equipado com três cilindros de alta precisão. A distância entre os centros e angulação dos cilindros foram determinadas e os valores encontrados foram comparados. Concluíram que o sistema Lava COS em combinação com um protocolo de digitalização de alta precisão resultou em erros menores e menos consistentes entre os três *scanners*. Os autores levaram em consideração a diferença na tecnologia de aquisição de dados, já os *scanners* CEREC e iTero são sistemas de ponto-e-clique, enquanto as COS Lava é um

sistema de vídeo. Esse fato pode explicar tanto as semelhanças entre as medidas CEREC e iTero quanto as diferenças com os resultados do COS Lava¹⁸.

Em outro estudo *in vitro* em que a exatidão dos *scanners* foi definida pelos termos 'veracidade' e 'precisão', em que a veracidade foi definida pela média das medidas encontradas do modelo em relação ao tamanho real do objeto e precisão pelo desvio médio das medidas encontradas do modelo em relação ao tamanho real do objeto. Concluiu-se que a exatidão das técnicas de impressões digitais com o Cerec AC e os *scanners* Lava COS foi semelhante à da impressão convencional¹.

Um importante avanço na implantodontia ocorreu com o surgimento da técnica de impressão intraoral a partir de pilares de cicatrização digitalmente codificados, que permitem que a impressão do implante seja realizada sem a necessidade da impressão convencional - seja de moldeira aberta ou fechada. Com esta nova técnica, a cicatrização do tecido mole não é perturbada, a impressão torna-se bastante simplificada. Para este propósito, um pilar de cicatrização digitalmente codificado equipado com todas as informações necessárias sobre a plataforma do implante, posição hexagonal e altura da cinta do pilar de cicatrização é usado^{1,7}.

Esta técnica reduz o intervalo entre a tomada da impressão e a entrega da restauração definitiva. A utilização desses pilares de cicatrização codificados permite que a impressão supragengival seja feita digitalmente e enviada ao laboratório para fabricação de pilares e restaurações finais específicas do paciente^{7,17}.

2. 2. 3. Perspectivas atuais e futuras

O momento atual é marcado pela crescente valorização da estética. Com isso os materiais e tecnologias que estão relacionados a ela, aliados aos conceitos de função, qualidade e longevidade das restaurações protéticas, estão em constante desenvolvimento. Essa evolução também é bastante evidente na área de implantodontia, pois, nos dias atuais é permitido ao dentista oferecer aos pacientes como opção de tratamento restaurações protéticas sobre implante altamente estéticas, muitas vezes em curto período de tempo^{8,17}.

Com esse propósito, a tecnologia CAD/CAM foi inserida na Odontologia e atualmente, existem diferentes tipos de sistemas disponíveis. Porém a relação custo benefício ainda é uma questão a ser avaliada e os dentistas devem levar em consideração o fluxo de trabalho de seu consultório e o tipo de sistema que será utilizado. Entretanto, o alto custo para aquisição de um sistema CAD/CAM completo (E4D - D4D Technolog e o CEREC - Sirona) não impede a aquisição de sistemas de impressões que realizam apenas a digitalização do preparo (LAVA C.O.S. - 3M ESPE; iTero - Cadent)^{16,19}.

As restaurações sobre dentes ou implantossuportadas produzidas pela tecnologia CAD/CAM a partir de uma impressão intraoral têm a sua fabricação controlada por computador que minimiza falhas humanas. Por conta disso, possuem poucas desvantagens quando comparadas às produzidas pelas técnicas convencionais. Entre elas, pode-se citar a necessidade de aprendizado quanto ao manejo dos aparelhos. Para as impressões digitais de implantes, algumas limitações são encontradas, mas estas não determinam a contraindicação da técnica, apenas implicam a necessidade de realização de algumas mudanças no processo. Por exemplo, em implantes muito profundos que não podem ser digitalizados por câmeras intraorais, faz-se necessária a realização de uma impressão convencional para posterior digitalização do modelo de gesso²⁰.

Em um estudo que avaliou a percepção dos participantes em relação às duas diferentes técnicas de impressão de implantes (convencional e digital intraoral), os autores concluíram que a impressão digital foi mais eficiente do que a impressão convencional, baseando-se não só na quantidade de tempo consumido para cada técnica, mas também a sua praticidade. Mesmo quando houve maior número de novas varreduras realizadas na impressão digital, o tempo da nova verificação foi significativamente menor do que as novas tomadas de impressão convencional. O nível de dificuldade julgado pelos participantes foi significativamente menor para a técnica digital comparada a impressões de implantes convencionais. A manipulação do *scanner* intraoral parece ter menor sensibilidade técnica do que a manipulação de materiais de moldagem da impressão convencional. De acordo com as respostas dos participantes, as impressões convencionais exigem maior experiência para se obter um mesmo nível de qualidade conseguida nas impressões digitais, sugerindo que o processo de aprendizagem para estas seria mais simples²⁰.

Em contrapartida, o estudo desenvolvido por Al-Abdullah *et al.*⁷, avaliou a precisão de modelos obtidos com a técnica de impressão digital intraoral utilizando pilares de impressão codificados comparados aos modelos obtidos com técnicas convencionais de moldagem de implantes (moldeira aberta). Os autores concluíram que, dentro das limitações do estudo, com os modelos fabricados a partir de impressões digitais e pilares codificados não foi obtido um nível desejado de precisão necessária para restaurar implantes múltiplos com convergência de 10 ou 30 graus e relacionaram ao fato de que o protocolo recomendado pelo fabricante do pilar codificado utilizado para transferência dos implantes indica que este deve ter altura de pelo menos 1mm acima do tecido gengival para a visibilidade e facilidade de digitalização, o que não aconteceu neste estudo devido às diferentes angulações utilizadas.

Desta maneira, aguarda-se que num futuro próximo, estas tecnologias digitais intraorais voltadas para confecção de restaurações implantossuportadas ainda em desenvolvimento possam superar estas limitações.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação científica sobre tecnologias para impressão e confecção de próteses sobre implante é fundamental para compreender o impacto que estas novas tecnologias podem exercer na modificação dos protocolos convencionais bem documentados na literatura.

Como vantagens já estabelecidas, pode-se concluir que essas tecnologias permitem redução no tempo de trabalho e apresentam melhor aceitação pelo paciente, por outro lado, ainda há limitações a serem superadas, como exemplo o alto custo e problemas como distorção dos modelos digitais e menor precisão em relação à impressão convencional em áreas subgingivais.

REFERÊNCIAS

1. Andriessen FS, Rijkens DR, Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: A pilot study. *J Prosthet Dent.* 2014 Mar;111(3):186-94.
2. Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. *J Am Dent Assoc.* 2010 Jun;141(2):20-4.
3. Nayyar N, Yilmaz B, McGlumphy E. Using digitally coded healing abutments and an intraoral scanner to fabricate implant-supported, cement-retained restorations. *J Prosthet Dent.* 2013 Apr;109(4):210-5.
4. Vogtlin C, Schulz G, Deyhle H, Jager K, Liebrich T, Weikert S, et al. Comparison of denture models by means of micro computed tomography. *Developments in X-Ray Tomography VIII.* 2012;October 17. doi:10.1117/12.930068; <http://dx.doi.org/10.1117/12.930068>
5. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent.* 2010 Jul;38(7):553-9.
6. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013 Feb;109(2):121-8.
7. Al-Abdullah K, Zandparsa R, Finkelman M, Hirayama H. An in vitro comparison of the accuracy of implant impressions with coded healing abutments and different implant angulations. *J Prosthet Dent.* 2013 Aug;110(2):90-100.
8. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014 Jul;18(6):1687-94.
9. Silva MM, Mima EGO, Del'Acqua MA, Segalla JCM, Silva RHBT, Pinelli LAP. Impressions techniques for dental implants. *Rev Odontol UNESP.* 2008; 37(4): 301-8.
10. Eliasson A, Ortorp A. The Accuracy of an Implant Impression Technique Using Digitally Coded Healing Abutments. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012 May;14(1):30-8.
11. Mahl D, Glenz f, Marinello CP. Digitale Implantatabformung. *Swiss Dent J.* 2014;124(2):165-86.
12. Rosa DM, Zardo, CM, Souza Neto, J. Alternativas protéticas em implantodontia. In: *Odontologia estética e a prótese fixa dentogengival: alternativas protéticas em implantodontia.* São Paulo: Artes Médicas. 2003. Cap. 4, p. 92-121
13. Phillips KM, Nicholls JI, Ma T, Rubenstein J. The accuracy of three implant impression techniques: A three-dimensional analysis. *Int J Oral Maxillofac. Implants* 1994 Oct/Nov, 9(5):533-40.
14. Elias CN, Santos C. Próteses cerâmicas produzidas por usinagem CAD/CAM. *Rev Implant News.* 2010; 7(3):183-90.

15. Soares LF, Andreatta OD, Bottino MA, Nishioka RS, Leite FP, Lopes AG et al. Transmucoso personalizado pelo sistema procera – tecnologia Cad/Cam. Rev Bras Prótese Clin e Lab. 2002; 4(22):478-84.
16. Cardelli P, Scotti R, Monaco C. Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. J Dent. 2011;1783:1-8.
17. Ramsey CD, Ritter RG. Utilization of Digital Technologies for Fabrication of Definitive Implant-Supported Restorations. J Esthet Restor Dent. 2012 Oct;24(5):299-308.
18. Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of Intra-Oral Dental Scanners in the Digital Workflow of Implantolog. Plos ONE 2012; 7(8), e43312.
19. Mahn DH, Prestipino T. CAD/CAM Implant Abutments Using Coded Healing Abutments: A Detailed Description of the Restorative Process. Compend Contin Educ Dent. 2013 Sep;34(8):612-5.
20. Lee J, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. Clin Oral Implants Res. 2013 Jan;24(1):111-5.

MANUSCRITO II

**ADAPTAÇÃO E AJUSTE PROXIMAL DE PRÓTESES UNITÁRIAS SOBRE
IMPLANTE CONFECCIONADAS A PARTIR DE UM SISTEMA CAD/CAM**

RESUMO

Este estudo pretendeu avaliar a precisão de um sistema CAD/CAM (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*) (Cerec Omnicam; Sirona, Alemanha) através da mensuração de ajustes marginais, internos e proximais, de próteses unitárias confeccionadas a partir deste equipamento. Modelos foram fabricados com implantes nas unidades 24 e 25. Para confecção de infraestruturas em zircônia (inCoris ZI meso; Sirona, Alemanha), foram utilizadas bases em titânio (TiBase; Sirona, Alemanha) e escaneadas utilizando corpo de escaneamento codificado (Scam Body; Sirona, Alemanha). Uma segunda impressão digital foi realizada para confecção das próteses (Cerec Blocs; Sirona, Alemanha). Para determinar alívio interno entre TiBase e infraestruturas, e infraestruturas e coroa, foram utilizadas películas em silicón de adição (Elite HD+, Zhermack, Itália), cujas espessuras foram mensuradas em três pontos [marginal (P1), médio (P2) e oclusal (P3)] usando lupa estereoscópica (Opton - Anatomic, China) com aumento de 100x e 70x. Não houve diferença significativa entre as unidades avaliadas (test t de Student; $p > 0,05$) ou entre os pontos correspondentes avaliados em ambas as unidades (ANOVA 1 critério; $p > 0,05$). Na análise entre infraestruturas e coroa, todos os pontos diferiram estatisticamente da calibração (teste t de Student para 1 amostra; $p < 0,0001$). Quando comparados entre si, observou-se que os valores obtidos em P1 e P2 se assemelharam estatisticamente, sendo ambos inferiores aos obtidos em P3 (ANOVA 1 critério; $p < 0,05$). A análise do ponto de contato não coincidiu com a qualidade definida pelo aparelho. Pode-se concluir que o sistema testado não foi capaz de produzir próteses cerâmicas unitárias sobre implante com ajustes marginais, internos e proximais coincidentes ao planeamento digital.

Palavras Chave: Projeto Auxiliado por Computador, Coroa Dentária, Cerâmica.

***SINGLE PROSTHESIS ON IMPLANT ADAPTATION AND PROXIMAL
ADJUSTMENT MADE FROM A CAD/CAM SYSTEM***

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the precision of a CAD / CAM system (Cerec OmniCam, Sirona, Germany) by measuring marginal, internal and proximal adjustments from single prosthesis on implant made from this machine. Models were made with implants in the units 24 and 25. For manufacturing infrastructures of zirconia (ZI meso inCoris; Sirona, Germany), titanium bases (TiBase; Sirona, Germany) were used and encoded scanned using a scanning body (Scam Body; Sirona, Germany). A second digital impression was held for making prostheses (Cerec Blocs; Sirona, Germany). To determine internal clearance between TiBase and infrastructure and between infrastructure and crown it was used silicone impression material (Elite HD +, Zhermack, Italy), whose thicknesses were measured at three points [marginal (P1), middle (P2) and occlusal (P3)] using stereoscopic microscope (Opton - Anatomic, China) with 70x and 100x magnification. There was no significant difference between the evaluated units (Student's t test; $p > 0.05$) or between the corresponding points evaluated in both units (ANOVA 1 criterion; $p > 0.05$). In the analysis of the internal clearance between the infrastructure and crown, all points differ statistically calibration (Student's t test for one sample; $p < 0.0001$). When compared, it was observed that the values obtained at P1 and P2 was statistically similar, both being lower than those obtained in P3 (test ANOVA 1, $p < 0.05$). The analysis of the point of contact did not coincide with the quality defined by the device. It can be concluded that the tested system was not able to produce single ceramic prostheses on implant with marginal, internal and proximal adjustments matching the digital planning.

Keywords: Accuracy, computer-aided design, dental crown, ceramics.

1. INTRODUÇÃO

A Odontologia restauradora tem nas impressões dentais importante elemento para o desenvolvimento de um bom trabalho, pois são elas que permitem uma visão extraoral da situação intraoral. Tanto a adaptação marginal, relação interdental ou intermaxilar, quanto longevidade das restaurações, estão diretamente ligadas com a qualidade e precisão das impressões.

Considera-se como padrão ouro a moldagem convencional realizada a partir da impressão intraoral com material elastomérico e moldeiras individuais ou personalizadas para produção do modelo de trabalho¹. Entretanto, outras técnicas têm sido desenvolvidas e estudadas buscando atingir resultados mais precisos, rápidos, ou práticos, seja no desenvolvimento de impressões intraorais ou em sua aplicação na confecção das próteses propriamente ditas¹⁻⁴.

Uma dessas técnicas é o uso do CAD/CAM (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*), através da qual o modelo de gesso deve ser digitalizado com um *scanner* para criar um modelo digital em três dimensões (3D), que permita fabricação das próteses dentárias^{1,2}. Avançando neste sentido de aplicação de ferramentas tecnológicas na obtenção de impressões dentais, técnicas recentes tentam absorver toda a funcionalidade da moldagem convencional, ao passo em que visam produzir uma impressão digital intraoral, resultando em um modelo virtual 3D⁴⁻⁷. Em 2012, a Sirona lançou no mercado o *scanner* oral Cerec Omnicam, que realiza a captura da imagem intraoral a partir de filmagem em 3D de forma rápida e precisa, sem a necessidade do pó de óxido de zircônia para escaneamento^{5,8}. Contudo, ainda é necessário que estudos comprovem a eficácia relacionada à qualidade final das restaurações confeccionadas a partir das imagens obtidas através deste equipamento.

Existem algumas situações que dificultam o processo de escaneamento intraoral, como por exemplo a presença de margens subgengivais⁹. Essa dificuldade está relacionada tanto às impressões digitais sobre dente quanto às sobre implante. Contudo, com o surgimento dos pilares de cicatrização digitalmente codificados, tornou-se possível a impressão do implante mesmo que em níveis subgengivais^{9,10}.

Unindo essa funcionalidade com a finalidade de evitar que a dureza das restaurações totalmente cerâmicas danificasse a plataforma do implante, uma base em titânio (TiBase; Sirona, Alemanha) em conjunto com um corpo de escaneamento codificado (*Scam Body*; Sirona, Alemanha) foi criada com o intuito de promover uma conexão entre implante e pilar em zircônia, protegendo a integridade do implante, uma vez que as propriedades mecânicas

da zircônia diferem das do metal^{8, 10, 11}. O TiBase apresenta-se em várias versões, cada uma das quais é compatível com o diâmetro específico para um determinado sistema de implante⁸. Como fatores favoráveis, apresenta uma adaptação considerada perfeita tanto ao implante quanto ao pilar em zircônia e a possibilidade de cimentação do pilar ao TiBase fora da boca, o que diminuiria efeitos inflamatórios causados pelos resíduos de agente de cimentação^{8, 11}.

Por se tratar de tecnologias bastante atuais e existirem na literatura poucos estudos que assegurem a sua indicação e, ainda, levando em consideração que a adaptação de restaurações cerâmicas é um dos critérios importantes utilizados na avaliação clínica para o sucesso em longo prazo¹², o presente estudo teve como o objetivo avaliar a precisão de um sistema de CAD/CAM intraoral (Cerec Omnicam; Sirona, Alemanha) por meio da mensuração de valores de desadaptação marginal, alívio interno e contatos proximais de próteses cerâmicas unitárias sobre implante.

2. METODOLOGIA

2.1 Delineamento do estudo

Unidade experimental:

Próteses unitárias e infraestruturas cerâmicas confeccionadas sobre base de titânio (TiBase)

Fator em estudo:

- Calibração de medidas marginais e internas entre infraestrutura cerâmica e base de titânio / TiBase (em três pontos – P1- Terço marginal, P2- Terço médio e P3- Terço oclusal) e entre prótese unitária e infraestrutura cerâmica (em três pontos – P1- terço marginal, P2- terço médio e P3- terço oclusal), em relação ao padrão fornecido pelo fabricante.
- Calibração de medidas marginais e internas entre infraestrutura cerâmica e base de titânio / TiBase (em três pontos – P1- Terço marginal, P2- Terço médio e P3- Terço oclusal) e entre prótese unitária e infraestrutura cerâmica (em três pontos – P1- terço marginal, P2- terço médio e P3- terço oclusal), em relação à unidade dentária (24 e 25).
- Calibração de medidas marginais e internas entre prótese unitária e infraestrutura cerâmica e entre infraestrutura cerâmica e base de titânio / TiBase, em relação aos pontos avaliados.

Variável de resposta:

Espessura de desadaptação marginal e alívio interno em micrômetros (μm).

Qualidade do ponto de contato

2.2 Confeção do modelo mestre

Em uma arcada superior de um modelo dental (NS1, P-oclusal Produtos Odontológicos Ltda, Brasil), as unidades 24 e 25 foram substituídas por análogos de implantes com conexão externa e plataforma regular 4,1mm (AN 4100, SIN, Brasil). Estes análogos foram estabilizados seguindo a orientação do alvéolo em nível gengival utilizando-se cera pegajosa (Kota Industrias, Brasil). (Figura 1)



Figura 1: Modelo dental P-oclusal.



Figura 2: Transferentes com retenções adicionais – Técnica da moldeira aberta.

A partir da técnica da moldagem para transferência de implantes com moldeira aberta, utilizando silicona de adição (Elite HD+, Zhermack, Itália), foi obtida uma cópia da arcada superior. Para tanto, transferentes de moldagem (TMAI 4105, SIN, Brasil) foram parafusados nos análogos e retenções adicionais foram feitas com resina acrílica (Patter Resin LS, GC America INC, EUA) visando evitar rotações durante a moldagem. (Figura 2)

No molde obtido, foram instalados os análogos dos implantes (AN 4100, SIN, Brasil) e o mesmo foi vasado com resina acrílica autopolimerizável (Jet Líquido - Clássico, Brasil), obtendo-se o modelo mestre. (Figura 3 e 4)

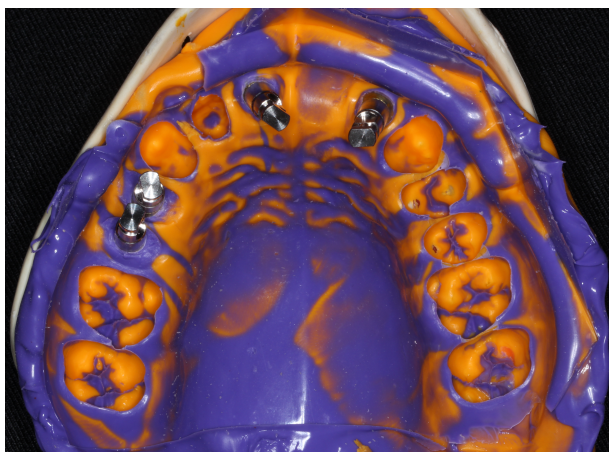


Figura 3: Molde em silicone com os análogos instalados.



Figura 4: Modelo mestre.

A partir do modelo mestre, foram obtidas 10 réplicas em resina acrílica autopolimerizável (Jet Líquido - Clássico, Brasil) chamadas de modelos de trabalho, utilizando-se a mesma técnica de moldagem.

2.3 Obtenção dos pilares em zircônia

Sobre os análogos dos modelos de trabalho foram parafusadas bases de titânio (TiBase; Sirona, Alemanha) e sobre estes encaixados corpos de escaneamento codificado (*Scam Body*; Sirona, Alemanha). O arco completo dos 10 modelos de trabalho foram escaneados com o *scanner* oral Cerec Omnicam (Sirona, Alemanha). (Figura 5 e 6) O planejamento digital, seguiu de acordo a figura 7.



Figura 5: Modelo de trabalho com TiBases instalados.



Figura 6: Modelo de trabalho com *Scam Bodies* instalados sobre os TiBases.

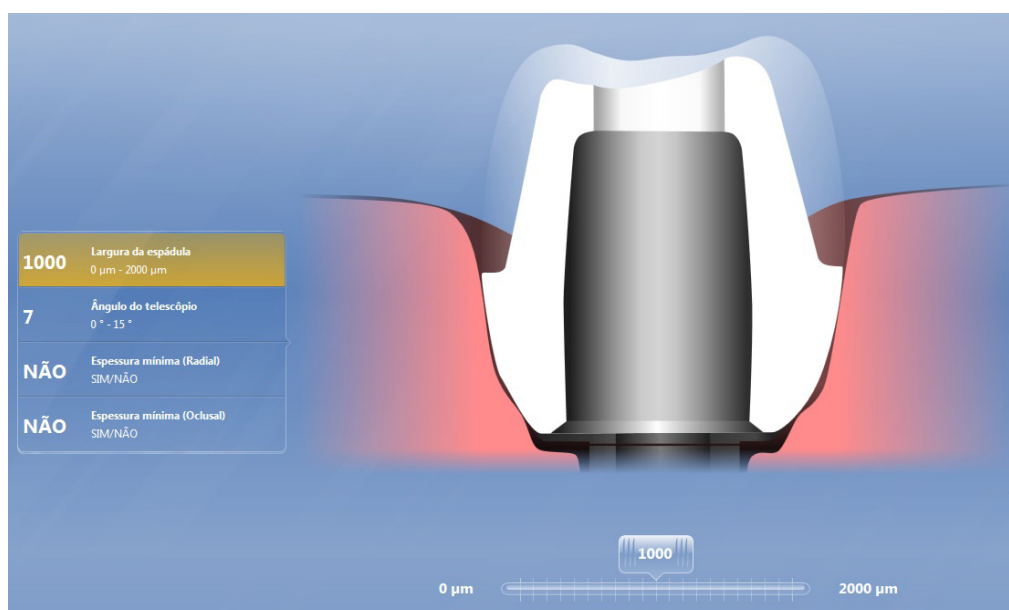


Figura 7: Planejamento digital dos pilares em zircônia.

Blocos em zircônia monolítica (inCoris ZI meso; Sirona, Alemanha) foram fresados (inLab MC XL; Sirona, Alemanha) a partir dos arquivos obtidos do escaneamento e sinterizados (inFire HTC speed; Sirona, Alemanha) por 135 minutos, dando origem a 10 pilares para cada unidade (24 e 25). (Figura 8 e 9)

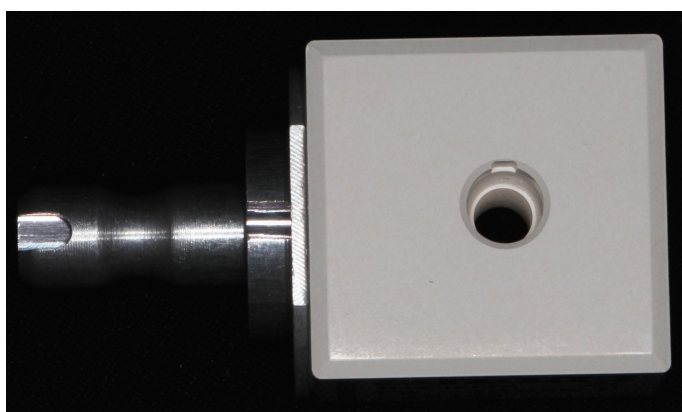


Figura 8: Blocos em zircônia monolítica para TiBase



Figura 9: Modelo de trabalho com pilares em zircônia posicionados sobre os TiBases.

2.4 Obtenção das coroas

Os pilares foram posicionados sobre os TiBases e um segundo escaneamento dos 10 modelos de trabalho utilizando-se o mesmo aparelho foi feito. As imagens obtidas através do escaneamento deram origem às 10 coroas em cerâmica feldspática (Cerec Blocs; Sirona, Alemanha), para cada unidade avaliada (24 e 25), seguindo o planejamento determinado na figura 10. A calibração para adaptação marginal e alívio interno do sistema usado foi ajustada em 100 μ m baseando-se nas referências citadas na literatura que considera este valor como clinicamente aceitável¹³⁻¹⁶.

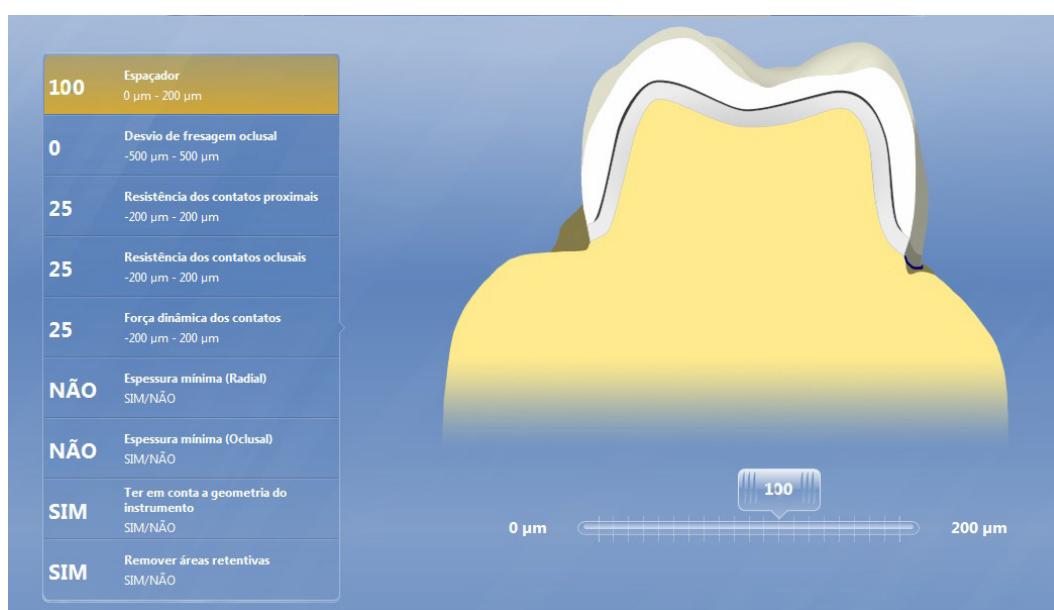


Figura 10: Planejamento digital das coroas.

2.5 Avaliação do ponto de contato

Para avaliação do ponto de contato tiras de carbonos com espessuras de 12 μ m (Arti-Fol; Bausch, Alemanha), 21 μ m (Accufilm II, Parkell, EUA) e 40 μ m (Arti-Check, Bausch, Alemanha) foram utilizadas e a avaliação foi feita entre as unidades 23 e 24. Considerando-se que a distância programada para o ponto de contato no planejamento digital foi de 25 μ m, sua qualidade foi considerada adequada quando o carbono de 21 μ m foi capaz de registrar o contato sem amassar ou rasgar. Para esta análise, o carbono era colocado na superfície proximal distal da unidade 23, em seguida, a coroa da unidade 24 era assentada. Em seguida, o carbono era movimentado horizontalmente, para registro da pressão de contato. As demais

espessuras foram utilizadas para verificar pressões inferiores ou superiores ao da calibração definida.

Após essa análise, foram removidos os pontos de contato e as áreas de interferência para o assentamento tanto do pilar ao TiBase quanto da coroa ao pilar.

2.6 Confeção das réplicas da desadaptação marginal e alívio interno (TiBase X pilar e pilar X coroa)

Para avaliação da adaptação marginal e do alívio interno entre TiBase e o pilar, seguindo a técnica da réplica¹⁷⁻²¹, silicona de adição em viscosidade leve (Elite HD+, Zhermack, Itália) foi injetada no interior dos pilares e estes posicionados sobre os seus respectivos TiBases previamente lubrificados com gel hidrossolúvel (K-MED, Cimed Indústria Farmacêutica Ltda, Brasil). O conjunto pilar, silicona e TiBase foi posicionado em um delineador e uma carga de 5Kg foi aplicada por 5 minutos sobre o pilar. Após o tempo de vulcanização, o pilar com a película de silicona de adição foi separado do TiBase. (Figura 11, 12 13)

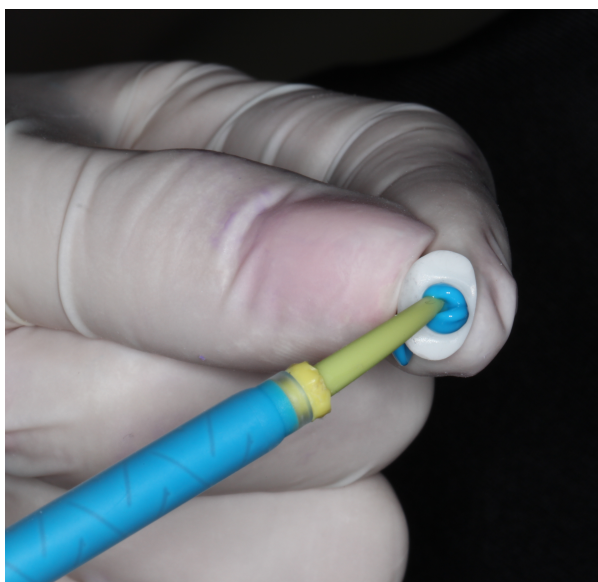


Figura 11: Conjunto pilar-silicona de adição em viscosidade leve.

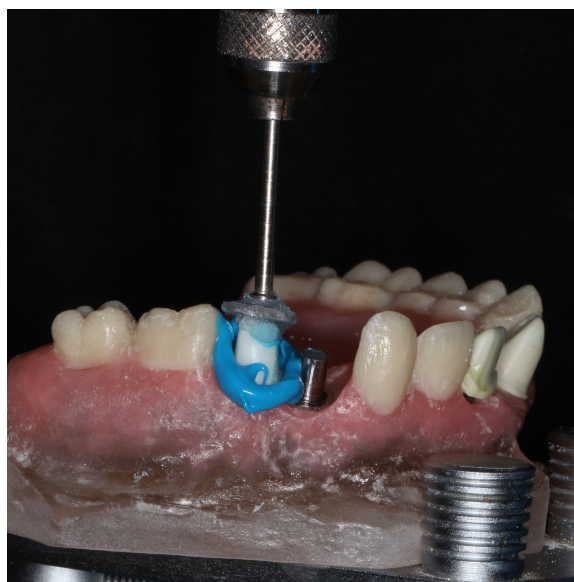


Figura 12: Posicionamento do conjunto pilar-silicona sobre o TiBase.

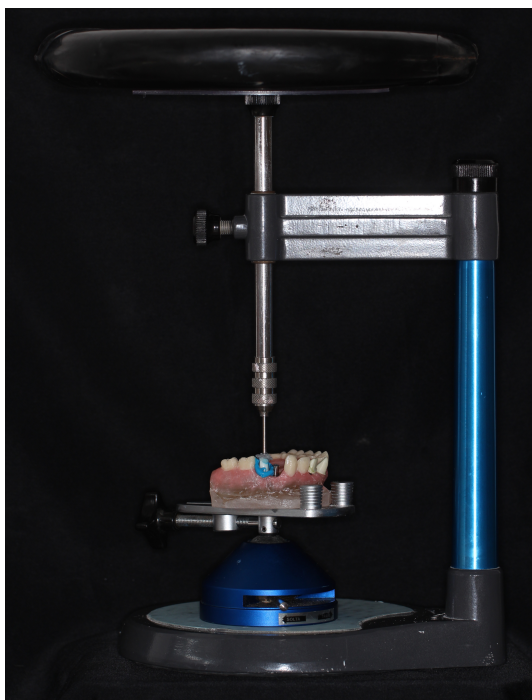


Figura 13: Conjunto pilar-película-infraestrutura sobre carga de 5Kg.

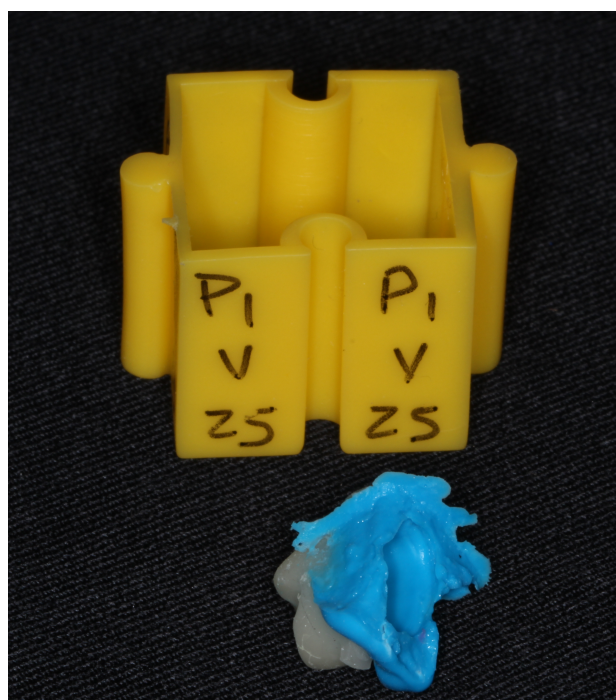


Figura 14: Molde quadrangular e conjunto pilar-película.

Com silicona de adição em viscosidade regular (Elite HD+, Zhermack, Itália) foi feito o preenchimento interno do conjunto pilar-película que em seguida foi posicionado no centro de um molde quadrangular, marcado com as informações do dente e das faces (Figura 14). Após a presa do material de moldagem, o pilar foi separado da película para que toda a peça fosse preenchida. Posteriormente, marcações centrais nas faces vestibular, palatina, mesial e distal foram realizadas com caneta de tinta permanente que serviram de guia de corte utilizando lâmina para micrótomo (Leica 819, Leica Biosystems Nussloch GmbH, Alemanha), dividindo o conjunto em 4 partes (Figura 15 e 16). A lâmina foi substituída a cada 1 peça. Da mesma forma foram obtidas as películas entre pilar e coroa.



Figura 15: Lamina para micrótomo.



Figura 16: Molde quadrangular seccionado em 4 partes.

2.7 Obtenção de medidas da desadaptação marginal e alívio interno

Imagens foram obtidas a partir de lupa estereoscópica (Opton - Anatomic, China) com aumento de 100x para as réplicas entre TiBase e pilar e 70x para as réplicas entre pilar e coroa. Para mensuração da espessura da película correspondente a desadaptação marginal e alívio interno das interfaces TiBase e pilar e pilar e coroa foi utilizado o programa Corel Draw x6 (Corel Corporation, Canadá). Uma régua foi utilizada na obtenção de uma imagem para cada aumento da lupa para que fosse possível calibrar as medidas. (Figura 17)

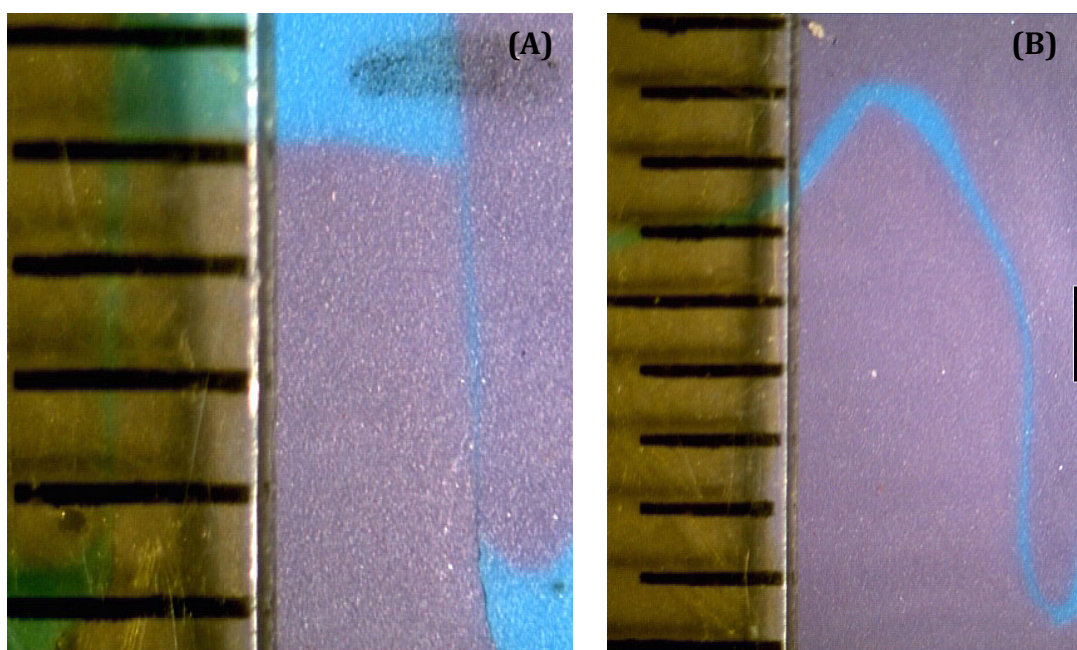


Figura 17: Películas do TiBase (A) e da coroa (B) com régua para calibração.

Para cada face (vestibular, palatina, mesial e distal) foram realizadas 3 mensurações em diferentes locais da extensão da película (P1- terço marginal, P2- terço médio e P3- terço oclusal), assim, para cada película foram realizadas 12 mensurações. (Figura 18)

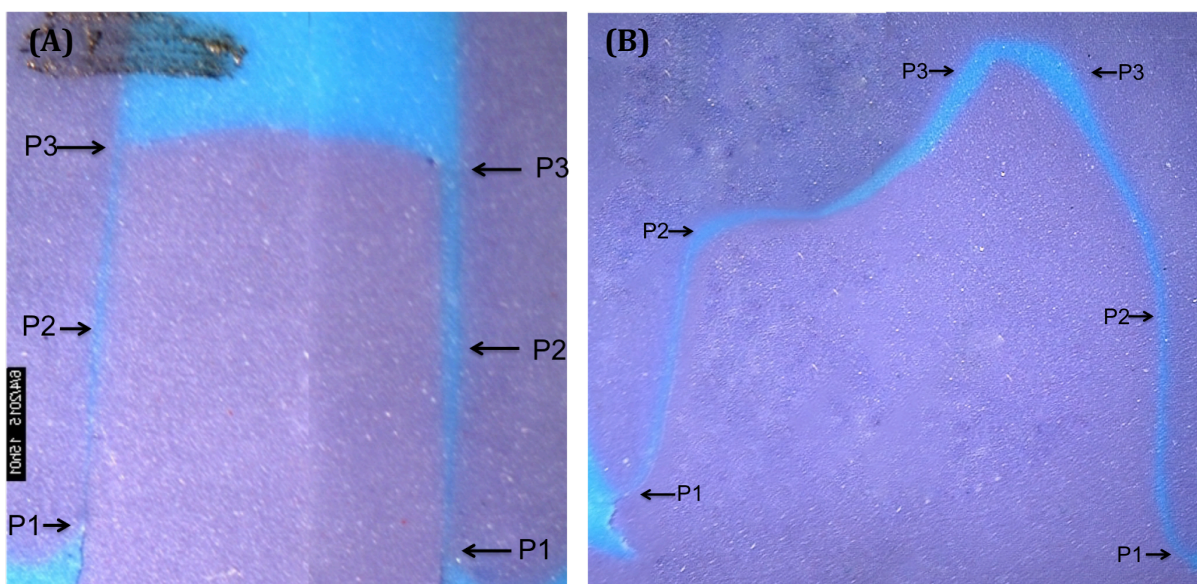


Figura 18: Pontos de mensuração no TiBase (A) e na coroa (B) nas regiões de terço marginal (P1), terço médio (P2) e terço oclusal (P3).

2.8 Análise estatística

Inicialmente foi realizada a análise exploratória dos dados para verificar a homogeneidade das variâncias e para determinar se os erros experimentais apresentavam distribuição normal. A análise estatística inferencial foi feita no programa estatístico Bioestat, versão 5.3, com nível de significância de 5%.

Para comparação entre as medidas marginais e internas entre prótese unitária e infraestrutura cerâmica em relação ao padrão fornecido pelo fabricante, foi utilizado o teste t de Student para 1-amostra. Para comparação entre os três pontos (marginais e internos) avaliados em cada unidade dentária, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) a 1 critério. Finalmente, o teste t de Student foi utilizado para comparação entre medidas marginais e internas das duas unidades dentárias (24 e 25) avaliadas. A análise do ponto de contato foi realizada apenas de forma qualitativa.

3. RESULTADOS

3.1 Alívio dos espaços internos e marginais

As tabelas 1 e 2 apresentam a média e desvio-padrão dos valores da desadaptação marginal e alívio interno avaliados entre infraestrutura cerâmica e base de titânio / TiBase e entre prótese unitária e infraestrutura cerâmica.

Tabela 1. Média e desvio padrão dos valores da desadaptação marginal e alívio interno avaliados entre infraestrutura cerâmica e base de titânio / TiBase.

	24	25	Calibração
P1 (terço marginal)	71,4µm (18,4) Aa	76,3µm (23,6) Aa	-
P2 (terço médio)	55µm (36,8) Aa	59,3µm (41,1) Aa	
P3 (terço oclusal)	55,6µm (44,4) Aa	51,9µm (84,1) Aa	

Médias seguidas por letras distintas representam significância estatística ($p < 0,05$). Minúsculas comparam unidades dentárias em cada ponto. Maiúsculas comparam os pontos em cada unidade dentária e asteriscos representam valores estatisticamente diferentes da calibração do aparelho.

Em relação à análise da desadaptação da infraestrutura com a base de titânio, nota-se a ausência de diferenças estatisticamente significativas entre as unidades dentárias 24 e 25 nos pontos avaliados (test t de Student; P1 $p=0,67$ / P2 $p=0,76$ e P3 $p=0,85$). Adicionalmente, e ambas as unidades, não foram encontradas diferenças entre os pontos avaliados (ANOVA 1 critério; unidade 24 $p=0,61$ / unidade 25 $p=0,59$). A calibração não foi testada pela ausência de referência do espaçamento.

Tabela 2. Média e desvio padrão dos valores da desadaptação marginal e alívio interno avaliados entre prótese unitária e infraestrutura cerâmica.

	24	25	Calibração
P1 (terço cervical)	169 µm (48,5)Ba*	228 µm (92,1)Ba*	100 µm
P2 (terço médio)	274 µm (151,4)Ba*	219 µm (57,4)Ba*	
P3 (terço oclusal)	541,5 µm (180,2)Aa*	646,75µm (392,6)Aa*	

Médias seguidas por letras distintas representam significância estatística ($p < 0,05$). Minúsculas comparam unidades dentárias em cada ponto. Maiúsculas comparam os pontos em cada unidade dentária e asteriscos representam valores estatisticamente diferentes da calibração do aparelho.

De acordo com a análise destes dados, verifica-se que todos os pontos marginais e internos testados diferiram estatisticamente da calibração do aparelho (teste t de Student para 1 amostra; $p < 0,0001$). Diferenças estatísticas entre as unidades dentárias 24 e 25 não foram observadas em nenhum dos pontos avaliados (teste t de Student; P1 $p = 0,10$ / P2 $p = 0,28$ e P3 $p = 0,48$). Quando os pontos foram comparados entre si, observa-se que tanto na unidade 24 quanto na unidade 25, os valores obtidos em P1 e P2 se assemelham estatisticamente, sendo ambos inferiores aos obtidos em P3 (ANOVA 1 critério; unidade 24 $p = 0,0006$ / unidade 25 $p = 0,0003$).

3.2 Análise do Ponto de Contato

O gráfico 1 apresenta a qualidade do ponto de contato as unidades 23 e 24 cuja calibração determinada no planejamento foi de $25\mu\text{m}$. Para avaliação de 3 unidades o contato foi considerado fraco, para outras 3 entre fraco e próximo ao valor da calibração, para 2 unidades, entre próximo ao valor da calibração e forte e em 2 unidades foram consideradas como contato forte.

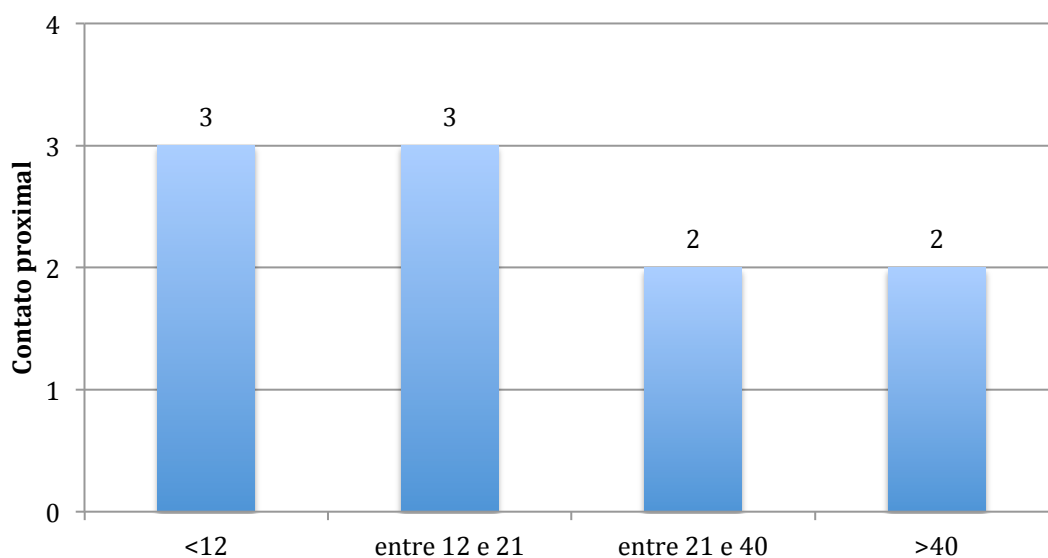


Gráfico 1: Qualidade do ponto de contato entre as unidades 23 e 24 em μm .

4. DISCUSSÃO

A tecnologia CAD/CAM foi inserida na Odontologia como uma aposta promissora, que possibilitaria a fabricação de restaurações totalmente cerâmicas sem o comprometimento da sua resistência mecânica^{17,18}. No entanto, não está claro se as próteses produzidas a partir do uso dos sistemas mais avançados apresentam nível de precisão necessário a garantir a qualidade, durabilidade e funcionalidade exigidas pelos padrões de excelência da prática do cirurgião dentista de alto desempenho. Assim, estudos têm sido realizados com intuito de comparar os diversos sistemas entre si, ou ao padrão ouro, caracterizado pela impressão convencional com materiais elastoméricos de alta precisão^{1, 17, 18, 19, 22}. Contudo, parece necessário verificar se a precisão prometida pelos equipamentos mais modernos realmente se encontra no resultado final da prótese.

O sucesso clínico e a longevidade da restauração indireta estão intimamente relacionados à adaptação marginal e alívio interno e, por essa razão, a definição dos valores clinicamente aceitáveis de desadaptação mínimas e, principalmente, máximas tem sido objeto de interesse científico.

Os valores de alívio interno clinicamente aceitáveis variam consideravelmente na literatura. São citados intervalos entre 50 e 100 μ m (Hickel *et al.*¹³, Holmes *et al.*¹⁴ e Molin *et al.*¹⁵), menores que 100 μ m (Kawai *et al.*²³ e Leinfelder, *et al.*²⁴) ou que 120 μ m (McClean e Von Fraunhofer¹⁶), sendo esta última, uma das referências mais citadas na literatura. Para se chegar a esse valor, estes autores fundamentaram-se numa avaliação clínica de 5 anos, em que mais de 1.000 restaurações indiretas foram confeccionadas e avaliadas.

Para determinação dos valores da desadaptação marginal e do alívio interno no presente estudo foi utilizado o método de confecção de réplicas. Metodologia semelhante também foi empregada em trabalhos prévios^{17,18,19,10,21}. No estudo de Rahme *et al.*²⁵ os autores relatam que a uniformidade dos resultados encontrados entre a réplica do alívio interno e a espessura do cimento após a cimentação suporta a utilização desta forma de análise. Cabe ressaltar, entretanto, que desajustes em restaurações indiretas geralmente podem ser muito discordantes entre diferentes avaliadores ou entre os valores encontrados por um mesmo avaliador^{26,27}, o que está de acordo com o estudo de Trifkovic *et al.*²⁰, em que os resultados indicam que a escolha da técnica para a medição da exatidão das coroas cerâmicas influencia nos resultados finais da investigação. Portanto, é fundamental que condições rigorosas de avaliação sejam criadas, a exemplo de profissionais devidamente calibrados e que as medidas sejam realizadas pelo mesmo investigador. Essa técnica ainda apresenta como vantagem o

fato de ser considerada não-destrutiva, já que usa um material de impressão em vez do agente de cimentação no assentamento da restauração ao dente preparado ou à infraestrutura protética²².

No presente trabalho, o projeto de calibração foi definido em 100µm, pois, baseado na literatura estudada, o valor escolhido é considerado clinicamente aceitável. Porém, a análise da adaptação entre coroa e infraestrutura forneceu valores médios superiores ao da calibração e aos obtidos nos trabalhos citados anteriormente^{13,14,15,16,23,24}. Algumas hipóteses para justificar esse fato é que a desadaptação pode estar relacionada ao processo de obtenção de imagens através da impressão digital, pelo planejamento digital para adaptação marginal e alívio interno, ou pela degradação das fresas utilizadas com processo de usinagem.

Em relação às impressões digitais, o estudo de Ender *et al*¹ teve como objetivo comparar a capacidade de um *scanner* de referência em alcançar alta precisão e alta exatidão no escaneamento de um arco completo, com a precisão de impressões convencional e digital (Cerec AC, Sirona). As imagens foram sobrepostas entre cada grupo e comparadas. Impressões digitais foram significativamente menos precisas, com uma precisão de $32,4 \pm 9,6\mu\text{m}$ e uma exatidão de $58,6 \pm 15,8\mu\text{m}$ ($P < .001$). Desvios nos modelos digitais eram visíveis em toda a arcada dentária. Os autores concluíram que a impressão digital é menos precisa e mostra imagens com padrão diferente de desvio, comparadas com as imagens da impressão convencional.

Por sua vez, um fenômeno chamado de "pontos de nuvens" relatado por Artekani *et al.*¹⁹ e Colpani *et al.*²², pode ocorrer durante o processo de impressão digital, gerando áreas com imperfeições internas e resultando em interferências de adaptação em áreas marginais e oclusais. Regiões pequenas e anguladas podem gerar os "pontos de nuvens", uma vez que quanto menor a área digitalizada, maior a chance de erros na reprodução de detalhes finos^{19,22}. Outro fenômeno relatado na literatura relacionado à desadaptação causada pela técnica de impressão é o aparecimento dos denominados *overshooters*, que simulam picos virtuais próximo aos bordos incisais e oclusais²⁸. Como não há nenhuma elevação da geometria na realidade, um aumento da desadaptação interna pode ser gerado. Esses fenômenos foram inicialmente descritos para as câmeras intraorais do Cerec mas se aplicam a todos os sistemas CAD/CAM²⁸. Esses fatos podem justificar as diferenças entre os pontos marginais e médios em relação ao ponto na região oclusal observados tanto na unidade 24 quanto na unidade 25 do presente estudo. Diferenças de desadaptação nas mesmas regiões também foram encontradas no estudo *in vivo* de Barwek *et al*²¹. Eles consideraram essas diferenças como sendo de muita importância pois grandes variações da linha de cimento podem levar a

enfraquecimento da restauração. Outro motivo que pode explicar essa divergência entre os pontos nesse estudo, seria o fato de que o P3 (região oclusal) pode coincidir com o orifício pré-existente no bloco de zircônia para o parafuso passante.

Em relação ao planejamento digital, a maioria dos estudos analisados utilizou calibrações inferiores a $50\mu\text{m}$ ^{17, 18, 19, 20, 21}, diferentemente do presente estudo que calibrou o alívio interno em $100\mu\text{m}$. Apesar de todos esses estudos citados relatarem valores de desadaptação superiores aos da calibração, foram consideradas como clinicamente aceitáveis pois tinham as desadaptações inferiores a $120\mu\text{m}$ ^{17, 18, 19, 20, 21}. O estudo realizado por Brawek *et al.*²¹, que comparou a precisão de coroas fabricadas por dois sistemas CAD/CAM (Lava COS e Cerec AC) com a hipótese nula de que ambos os sistemas não diferem no que diz respeito à precisão da adaptação marginal e interna, teve como planejamento digital alívio entre -40 e $30\mu\text{m}$. A mensuração dos pontos diferiu significativamente dos valores do planejamento digital e entre os dois sistemas CAD/CAM avaliados ($p \leq 0.05$), porém, para os autores, a relevância da diferença é discutível devido ao fato de que ambos os meios e os seus intervalos de confiança correspondentes estão abaixo do limiar comumente aceitável.

Em outro estudo, Ardekani *et al.*¹⁹ compararam pilares de zircônia confeccionados por um sistema CAD/CAM (Tizian CAD/CAM system) e pelo método tradicional, avaliando sua adaptação marginal e interna. O planejamento digital para as margens foi de $0\mu\text{m}$ e o alívio interno de $45\mu\text{m}$. Os valores médios máximos e mínimos encontrados para o sistema CAD/CAM foram $118,81\mu\text{m}$ e $44,87\mu\text{m}$. Os autores afirmam que o alívio interno deve ser reduzido para que resultem em discrepâncias melhores e dentro do clinicamente aceitável pela literatura. Eles concluíram que este sistema CAD/CAM pode competir bem com os sistemas convencionais, e pode alcançar uma boa adaptação marginal *in vitro*.

Yucel *et al.*¹² também testaram a adaptação marginal e alívio interno de coroas confeccionadas através de diferentes métodos. E no caso das coroas confeccionadas pelo sistema CAD/CAM que foram planejadas com alívio interno de $0\mu\text{m}$, que segundo este estudo, esse alívio permitiria uma desadaptação entre 40 e $50\mu\text{m}$ no sistema Cerec 3, os valores máximos e mínimos encontrados foram entre $40,9\mu\text{m}$ e $24,3\mu\text{m}$ respectivamente.

No estudo realizado por Darcy *et al.*¹⁷, apesar de não descrever o alívio interno planejado, teve como objetivo avaliar a reprodutibilidade e a precisão de um sistema CAD/CAM (3D Cerec) através da adaptação interna de coroas cerâmicas avaliadas por duas técnicas. Esse estudo encontrou resultados semelhantes ao do presente trabalho tanto no que se refere às diferentes desadaptações percebidas entre os pontos avaliados em uma mesma unidade, quanto ao fato de os valores dessas desadaptações serem superiores àqueles

referenciados na literatura como padrão desejável. A adaptação marginal para o grupo controle tinha uma espessura média e desvio padrão de $149 \pm 26\mu\text{m}$, um valor mínimo de espessura de $115\mu\text{m}$, e máximo de $231\mu\text{m}$. A desadaptação interna da região oclusal das coroas teve espessura média e desvio-padrão de $290 \pm 125\mu\text{m}$, espessura máxima de $624\mu\text{m}$ e mínima de $164\mu\text{m}$. Os autores ressaltam que coroas com um bom ajuste poderiam ser produzidas utilizando o sistema Cerec 3 quando o alívio interno for ajustado em $30\mu\text{m}$ ¹⁷.

As diferenças entre os valores de calibração e os encontrados na mensuração do alívio interno de coroas foi confirmado por Moldovan *et al.*²⁹, em um estudo *in vitro*, em que foi aplicada a configuração do espaçador para o alívio interno de $-100\mu\text{m}$ para a obtenção de coroas através de um sistema Cerec (Inlab versões de software 3.x), a fim de obter um ajuste interno entre 60 e $70\mu\text{m}$.

Considerando o desgaste dos instrumentos de fresagem como uma fonte de erro durante a fabricação de restaurações cerâmicas, a mudança desses instrumentos em intervalos regulares é altamente recomendado para o controle desse fator¹⁹. No estudo de Budak *et al.*²⁰, com o intuito de minimizar a influência do desgaste da ferramenta na precisão de restaurações dentárias, cada coroa foi usinada com um conjunto de novas fresas. Entretanto, em situações clínicas em que o serviço de um laboratório de prótese terceirizado é utilizado, dificilmente o cirurgião dentista tem a possibilidade de controle sobre o desgaste destas fresas. Por esta razão, apesar de sua possível influência sobre o resultado da adaptação, no presente estudo, este fato não foi considerado.

No presente trabalho, tratando-se da desadaptação marginal e alívio interno entre infraestrutura cerâmica e base de titânio / Ti-Base, os resultados encontrados estão dentro dos valores clinicamente aceitáveis. Os pilares para o Ti-Base são confeccionados utilizando blocos de zircônia monolítica (inCoris ZI meso; Sirona, Alemanha) específicos para esse sistema que já vem com o orifício de encaixe pré-fabricado e são considerados pelo fabricante com adaptação perfeita. Os blocos de zircônia são fresados em grandes dimensões para compensar a contração de sinterização estimada em 25%. O sucesso desta compensação depende da homogeneidade da zircônia pré-sinterizada e da capacidade do software de calcular a contração sobre o material no desenho da prótese^{19, 22}.

No estudo realizado por Colpani *et al.*²², infraestruturas em zircônia pré-sinterizadas foram comparadas com outras em alumina reforçada por zircônia que foram fresadas com a sua dimensão final. Os resultados mostraram que o software CAD/CAM é capaz de compensar com sucesso a contração durante a sinterização da zircônia já que não houve diferença entre os dois tipos de cerâmica.

Segundo o manual da Sirona⁸, o diâmetro do TiBase não deve ser reduzido na superfície em contato com o implante, ele não deve ser tratado com nenhuma substância e apenas as superfícies destinadas à cimentação com pilares fabricados com uma estrutura em zircônia específica deve ser jateada com óxido de alumínio, seguido de limpeza com álcool. Finalmente, o agente de cimentação indicado pelo fabricante é um cimento resinoso.

Embora não exista especificação para padronizar o valor máximo de espessura de película para os cimentos resinosos, a ISO 9917 recomenda 25µm como valor máximo para obtenção de uma adequada adaptação de restaurações indiretas usando os cimentos tradicionais. No presente trabalho, a desadaptação obtida resultaria no uso de materiais com maiores espessuras de película.

Em estudo que avaliou-se cimentos resinosos (Enforce, Rely X, Nexus e Panavia 21) por Beloti *et al*³⁰, foram encontrados os seguintes resultados: o material que obteve menor espessura de película foi o Panavia 21, seguido pelo Rely X, Enforce e pelo Nexus que proporcionou o maior valor médio. Mesmo com valores médios muito distantes entre os materiais que proporcionaram a menor (21,9µm) e a maior (34,9µm) espessura de película todos os materiais encontraram-se dentro dos limites estabelecidos e aceitáveis pela *American Dental Association* (ADA). Cabe ressaltar que a obtenção de linhas de cimentação mínimas favorece a longevidade dos procedimentos, minimizando a tensão de contração de polimerização dos materiais resinosos e diminuindo a interferência do meio bucal úmido sobre suas propriedades³¹.

Em relação ao ponto de contato entre as coroas sobre implante e o dente, o presente estudo encontrou divergência entre os valores obtidos e os valores da calibração (25µm). Acredita-se que um correto ajuste do contato entre coroas sobre implantes ou entre coroa sobre implante e dente, permitem assentamento de forma passiva e minimizam o afrouxamento e/ou fraturas dos componentes, além de permitir o melhor acesso para controle da higiene³². Guichet *et al.*³² avaliaram o contato interproximal entre próteses sobre implantes em relação a passividade de ajustes. Os autores concordaram que as restaurações com contatos interproximais mais pesados foram associadas ao aumento de tensões de tração entre implantes.

Para realizar um trabalho desse grau de complexidade é preciso eleger técnicas e métodos que se acreditem como sendo os mais adequados ao fim específico da pesquisa. Contudo, muitas dessas técnicas e métodos possuem suas próprias limitações que acabam de forma indireta influenciando o resultado final. Tais limitações geram a necessidade e a

oportunidade para que novos estudos sejam realizados com intuito de aprofundar a investigação sobre pontos colaterais ao presente estudo, como por exemplo um aprofundamento da análise sobre a capacidade da linha de cimentação de suportar desajustes grandes ainda que dentro dos aceitáveis pela literatura, ou ainda uma nova investigação sobre o mesmo tema, objeto do presente estudo a partir da utilização de outras técnicas ou métodos. Uma outra oportunidade de estudo é aferir, objetivamente, quais os desajustes mínimos e máximos dos sistemas CAD/CAM em relação ao que foi referenciado pelo fabricante.

5. CONCLUSÃO

Considerando as limitações do presente estudo, pode-se concluir que o sistema CAD/CAM com impressão digital intraoral (Cerec Omnicam; Sirona, Alemanha) não foi capaz de produzir próteses cerâmicas unitárias sobre implante com valores dos ajustes marginais, internos e proximais coincidentes ao planejamento digital.

REFERÊNCIAS

1. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013 Feb;109(2):121-8.
2. Al-Abdullah K, Zandparsa R, Finkelman M, Hirayama H. An in vitro comparison of the accuracy of implant impressions with coded healing abutments and different implant angulations. *J Prosthet Dent.* 2013 Aug;110(2):90-100.
3. Vogtlin C, Schulz G, Deyhle H, Jager K, Liebrich T, Weikert S, et al. Comparison of denture models by means of micro computed tomography. *Developments in X-Ray Tomography VIII.* 2012;October 17. doi:10.1117/12.930068; <http://dx.doi.org/10.1117/12.930068>
4. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent.* 2010 Jul;38(7):553-9.
5. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: A two-year report. *J Am Dent Assoc.* 2010 Jun;141, Suppl 2:104.
6. Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of Intra-Oral Dental Scanners in the Digital Workflow of Implantology. *PLoS One* 2012; 7(8), e43312.
7. Cook KT, Fasbinder DJ. Accuracy of CAD/CAM Crown Fit with Infrared and LED Cameras. *Int J Comput Dent.* 2012;15(4):315-26.
8. Sirona - The Dental Company. Digital Dentistry. Disponível em: 05/06/2015 <www.sirona.com>.
9. Cardelli P, Scotti R, Monaco C. Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *Journal of dentistry.* 2011, 1783:1-8.
10. Mahl D, Glenz F, Marinello CP. Digitale Implantatabformung. *Swiss Dent J.* 2014; 124(2):165-86.
11. Rosentritt M, Rembs A, Behr M, Hahnel S, Preis V. In vitro performance of implant-supported monolithic zirconia crowns: Influence of patient-specific tooth-coloured abutments with titanium adhesive bases. *J Dent.* 2015 May 4. pii: S0300-5712(15)00105-0.
12. Yucel MT, Aykent F, Avunduk MC. In vitro evaluation of the marginal fit of different all-ceramic crowns. *Journal of Dental Sciences.* 2013, 8:225e230.
13. Hickel R, Dasch W, Mehl A, Kremers L. CAD/CAM: fillings of the future? *Int Dent J.* 1997 Oct;47(5):247-58.
14. Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC. Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 1992 May;67(5):594-9.

15. Molin MK, Karlsson SL, Kristiansen MS. Influence of film thickness on joint bend strength of a ceramic/resin composite joint. *Dent Mater.* 1996 Jul;12(4):245-9.
16. Mclean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 1971 Aug 3;131(3):107-11.
17. D'Arcy BL, Omer OE, Byrne DA, Quinn F. The Reproducibility and Accuracy of Internal Fit of Cerec 3d CAD/CAM all Ceramic Crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2009 Jun;17(2):73-7.
18. Aktas G, Ozcan N, Aydin DH, Sahin E, Akça K. Effect of digitizing techniques on the fit of implant-retained crowns with different antirotational abutment features. *J Prosthet Dent.* 2014 May;111(5):367-72.
19. Ardekani KT, Ahangari AH, Farahi L. Marginal and internal fit of CAD/CAM and slip-cast made zirconia copings. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2012 Spring; 6(2):42-8.
20. Trifkovic B, Budak L, Todorovic A, Hodolic J, Puskar T, Jevremovic D, et al. Application of Replica Technique and SEM in Accuracy Measurement of Ceramic Crowns. *Measurement Science Review.* 2012; 12(3):90-7.
21. Brawek PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The Clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow-the comparison of two systems. *Clin Oral invest.* 2013; 17:2119-25.
22. Colpani JT, Borba M, Bona AD. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dental Materials.* 2013; 29:174-180.
23. Torii M, Tsuchitani Y. Marginal adaptability and fit of ceramic milled inlays. *J Am Dent Assoc.* 1995 Oct; 126(10):1414-9.
24. Leinfelder KF, Isenberg BP, Essig ME. A new method for generating ceramic restorations: a CAD-CAM system. *J Am Dent Assoc.* 1989 Jun; 118(6):703-7.
25. Rahme HY, Tehini GE, Adib SM, Ardo AS, Rifai KT. In vitro evaluation of the "replica technique" in the measurement of the fit of Procera crowns. *J Contemp Dent Pract.* 2008 Feb 1;9(2):25-32.
26. Dedmon HW. Disparity in expert opinions on size of acceptable margins openings. *Oper Dent.* 1982 Summer; 7(3):97-101.
27. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent.* 1990 Jul; 64(1):18-24.
28. Pfeiffer J. Dental CAD/CAM technologies: The optical impression (2). *Int J Comput Dent.* 1999, 2: 65-72.
29. Moldovan O, Luthardt RG, Corcodel N, Rudolph H (2011) Three - dimensional fit of CAD/CAM made zirconia copings. *Dent Mater.* 2011 Dec;27(12):1273-8.

30. Beloti MA, Mansur F, Segalla JC, Andrade LE. Avaliação da espessura de película de cimentos resinosos. JBC j. bras. clin. estet. odontol.2000 set-out;4(23):33-6.
31. Liu B, Lu C, Wu Y, Zhang X, Arola D, Zhang D. The effects of adhesive type and thickness on stress distribution in molars restored with all-ceramic crowns. J Prosthodont. 2011 Jan;20(1):35-44.
32. Guichet DL, Yoshinobu D, Caputo AA. Effect of splinting and interproximal contact tightness on load transfer by implant restorations. J Prosthet Dent. 2002 May;87(5):528-35.